



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 02 092.6

**Anmeldetag:** 21. Januar 2003

**Anmelder/Inhaber:** Heidelberger Druckmaschinen Aktiengesellschaft,  
Heidelberg, Neckar/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Korrektur von nicht angepassten  
Druckdaten anhand eines farbmetrisch vermesse-  
nen Referenz-Bogens

**IPC:** H 04 N 1/60

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 17. Dezember 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**  
Im Auftrag



Agurks

16.01.2003

## **Verfahren zur Korrektur von nicht angepassten Druckdaten anhand eines farbmetrisch vermessenen Referenz-Bogens**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Korrektur von digitalisierten  
5 Bilddateien in der Druckvorstufe bei Einsatz von Druckmaschinen mit einem  
geräteunabhängigen Farbprofil in der Druckhauptstufe.

Grundsätzlich gliedert sich ein Druckprozess in die drei Bereiche Druckvorstufe,  
Druckhauptstufe und Druckweiterverarbeitung. Für die vorliegende Erfindung sind in  
10 erster Linie die beiden ersten Bereiche interessant, wobei von der Druckvorstufe alle  
Arbeitsschritte vor dem eigentlichen Drucken umfasst werden. Dazu zählen z. B. der Satz,  
d. h. die Texterfassung, die Textformatierung und der Textumbruch, die Reproduktion von  
Bildvorlagen und Grafiken, sowie die Montage und Druckformherstellung. Bis zur  
Übertragung auf die Druckform(en) sind die Arbeitsvorgänge der Druckvorstufe heute oft  
15 als digitalisierte Arbeitsvorgänge (Digital Workflow) ausgestaltet. Die digitalen Daten  
werden dann mittels eines Plattenbelichters oder bei Offsetdruckmaschinen mit DI Technik  
unmittelbar in der Druckmaschine auf die Druckform aufgebracht. Die fertigen  
Druckerzeugnisse der Druckmaschine sollen dabei möglichst exakt den Erwartungen des  
Kunden entsprechen, wobei sich diese Erwartungen des Kunden oft in einem  
20 Referenzbogen manifestieren. Dies bedeutet, dass die Daten der Druckvorstufe so  
beschaffen sein müssen, dass, wenn sie auf die Druckform geschrieben wurden und die  
Druckmaschine mit dieser Druckform arbeitet, Druckerzeugnisse der Maschine möglichst  
dem Referenzbogen nahe kommen.

25 Um dieses Ziel zu erreichen sind aus dem Stand der Technik mehrere Lösungsansätze  
bekannt. Ein solches Verfahren geht aus der DE 100 56 723 A1 hervor, welches es erlaubt,  
einen Referenzbogen mit den zugehörigen Druckerzeugnissen mehrerer Druckmaschinen  
zu vergleichen und die Druckmaschinen so zu steuern, dass sie weitgehend die gleichen  
Druckerzeugnisse liefern. Dazu wird ein Referenzbogen eingescannt und in einem  
30 standardisierten Farbraum, z. B. einem Lab-Farbraum oder einem RGB-Farbraum in einer  
geräteunabhängigen Darstellung abgespeichert. Diese Geräteunabhängigen Daten werden  
dann in einen für Druckmaschinen geeigneten CMYK-Farbraum konvertiert, anschließend  
wird auf den Druckmaschinen jeweils ein Probedruck ausgeführt. Die Probedrucke werden

16.01.2003

wiederum eingescannt, in einem standardisierten Farbraum abgespeichert und mit den geräteunabhängigen Daten des eingescannten Referenzbogens verglichen. Falls dabei Abweichungen auftreten, werden diese Abweichungen im standardisierten Farbraum in den CMYK-Farbraum umgerechnet und so die nicht standardisierten CMYK-Daten korrigiert.

- 5 Diese Korrektur wird für jede Druckmaschine separat vorgenommen, so dass letztendlich für jede Druckmaschine ein Transformationsschritt entwickelt wird, welcher sicherstellt, dass die Druckerzeugnisse auf den verschiedenen Druckmaschinen den Referenzbogen erreichen.

- 10 Das beschriebene Verfahren weist den Nachteil auf, dass es auf Probedrucke angewiesen ist und somit Makulatur produziert, da für einen aussagekräftigen Probedruck eine bestimmte Anzahl von Bogen gedruckt werden muss, bis sich der Zustand einer Druckmaschine stabilisiert hat.

- 15 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, durch farbmétrisches Vermessen eines Referenz-Bogens und Auswertung aller dann vorliegenden Daten eine Korrektur durchzuführen, so dass das Druckergebnis dem Referenz-Bogen farblich möglichst nahe kommt, wobei unnötige Makulatur für Probedrucke vermieden werden soll.

- 20 Die vorliegende Aufgabe wird erfindungsgemäß durch Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind den Unteransprüchen und den Figuren zu entnehmen.

- Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, auf Probedrucke und damit auf Makulatur zu verzichten. Ansatzpunkt für die Lösung ist dabei eine Druckmaschine, welche ein geräteunabhängiges Farbprofil verwendet. Ein solches geräteunabhängiges Farbprofil hat den Vorteil, dass gerätespezifische Eigenheiten in der Farbwiedergabe in einem standardisierten Farbprofil vorliegen, so dass die Farbwiedergabe auf jedem Gerät, welches ein solches standardisiertes Farbprofil verwendet, sei es eine Druckmaschine, ein Eingabegerät oder auch ein Monitor zur Anzeige von Bilddaten, übereinstimmt. Deshalb wird in dem vorliegenden erfindungsgemäßen Verfahren zunächst ein Referenzbogen eines Kunden farbmétrisch z. B. mittels eines entsprechenden Scanners und Messgeräts wie Image Control von Heidelberg, vermessen und aus den Messergebnissen eine digitale

16.01.2003

Bilddatei in einem geräteunabhängigen Farbraum abgespeichert. In einem solchen geräteunabhängigen standardisierten Farbraum ist die Bilddatei eindeutig abgespeichert, wodurch sie einen eindeutigen Bezugspunkt darstellt. Neben dem Referenzbogen des Kunden liegt aus der digitalisierten Druckvorstufe eine weitere Bilddatei vor, welche  
5 jedoch üblicherweise in einem geräteabhängigen Farbraum vorliegt. Auf welche Art und Weise die Bilddaten erzeugt worden sind, ist nicht immer nachvollziehbar, so dass es nicht möglich ist, die in einem geräteabhängigen Farbraum vorliegende Bilddatei unmittelbar für den Druck zu verwenden, da dann erhebliche Abweichungen im Druckerzeugnis in Bezug auf den Referenzbogen zu erwarten wären. Aus diesem Grund wird die in einem  
10 geräteabhängigen Farbraum vorliegende Bilddatei zunächst in einen geräteunabhängigen Farbraum umgerechnet, wobei dies zweckmäßiger Weise derselbe geräteunabhängige Farbraum ist, in welchem auch der farbmetrisch vermessene Referenzbogen vorliegt. Diese beiden in einem geräteunabhängigen Farbraum vorliegenden Bilddateien lassen sich miteinander vergleichen, um Abweichungen der beiden Bilddateien feststellen zu können.  
15 Falls die Abweichungen nicht innerhalb einer vorgegebenen Toleranzgrenze liegen, müssen die Bilddaten der geräteabhängigen Bilddateien entsprechend korrigiert werden, oder es müssen Änderungen am Druckprozess der beteiligten Druckmaschine vorgenommen werden. Zweckmäßiger Weise liegt die Toleranzgrenze so, dass Abweichungen innerhalb der Toleranzgrenzen von einem nicht geschulten Betrachter mit  
20 bloßem Auge nicht zu erkennen sind.

Eine erste vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass zur Änderung der Druckprozesse in der ausgewählten Druckmaschine genutzte Verbrauchsmaterialien, insbesondere Farbe oder Papier, verändert werden. Über das standardisierte  
25 geräteunabhängige Farbprofil der Druckmaschine sind die in einem geräteabhängigen Farbraum vorliegende Bilddatei und die Verbrauchsmaterialien in einen unmittelbaren Zusammenhang zu setzen. Dadurch ist es möglich voraus zu berechnen, wie sich der Ausdruck der zum Referenzbogen gehörenden Bilddateien verändert, wenn die Verbrauchsmaterialien entsprechend verändert werden. Über das standardisierte Farbprofil,  
30 kann die Auswirkung der Änderung der Verbrauchsmaterialien in die zum Referenzbogen gehörende Bilddatei, welche mittels des geräteunabhängigen Farbprofils der Druckmaschine in einen geräteunabhängigen Farbraum umgerechnet wurde, eingerechnet werden. Wenn die so korrigierte geräteunabhängige Bilddatei nun mit der Bilddatei des

16.01.2003

vermessenen Referenzbogens innerhalb der Toleranzgrenzen übereinstimmt, reicht die Änderung der Verbrauchsmaterialien zur Wahrung der Farbwiedergabe aus. Da Druckfarben und Druckpapier meist genau klassifiziert und die wesentlichen Daten somit bekannt sind, kann eine solche Einrechnung der Verbrauchsmaterialien problemlos  
5 vorgenommen werden.

Es ist weiterhin vorgesehen, dass es sich bei dem geräteunabhängigen Farbprofil der Druckmaschine um ein ICC-Profil handelt. ICC steht für International Colour Consortium, eine Organisation, welche es sich zur Aufgabe gemacht hat, einen Standard für eine  
10 geräteunabhängige einheitliche Farbwiedergabe zu schaffen. Der ICC-Standard ist weltweit der meist gebrauchte Standard für geräteunabhängige Farbprofile und eignet sich somit hervorragend, um die Umrechnung von einem geräteabhängigen Farbraum in einen geräteunabhängigen Farbraum vorzunehmen. Aufgrund dieser Tatsache arbeiten fast alle Druckmaschinen, welche ein geräteunabhängiges Farbprofil verwenden, mit einem ICC-  
15 Farbprofil.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Referenzbogen mit einem automatischen Spektralfotometer an mehreren Stellen in einem regelmäßigen Raster farbmétrisch vermessen wird. Spektralfotometer, wie z. B. das oben  
20 erwähnte Spektralfotometer Image Control, stellen eine einfache Möglichkeit dar, den Referenzbogen farbmétrisch zu vermessen und die gemessenen Daten in einer digitalen Bilddatei abzuspeichern. Dabei werden einzelne Bildpunkte, welche für den Druck grundsätzlich in einem Raster angelegt sind, vermessen, wobei es möglich ist, entweder  
alle Bildpunkte zur Messung heranzuziehen oder nur bestimmte Bildpunkte zu verwenden.

Es ist weiterhin vorgesehen, dass die geräteunabhängige Bilddatei im Format einer Lab-Bilddatei vorliegt. Der Lab-Farbraum ist ein geräteunabhängiger Farbraum, in dem Farbwerte in empfindungsgemäß gleichabständige Werte umgerechnet werden, wobei L die Helligkeit, a den Rot-Grünanteil und b den Gelb-Blauanteil bezeichnet.

In einer weiteren Ausgestaltungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass bei der farbmétrischen Vermessung mehrere Rasterpunkte des Referenzbogens zu einem Messwert zusammengefasst und diese mit ebenso zusammengefassten Werten der weiteren

16.01.2003

geräteunabhängigen Bilddatei verglichen werden. Da die Messblende des automatischen Spektralfotometers eine bestimmte Größe aufweisen muss, um ausreichend Licht einzufangen, werden sich unter der Messblende immer mehrere Rasterpunkte des Referenzbogens befinden. Es wäre also nur bei einer sehr groben Rasterung möglich, jeden Rasterpunkt einzeln zu vermessen. Dies ist aber auch andererseits gar nicht erwünscht, da durch die gleichzeitige Erfassung mehrerer Rasterpunkte (Pixel) der Einfluss der Rasterung auf die Farbwiedergabe durch Mittelung über mehrerer Rasterpunkte ausgeglichen werden kann. Da so für den Referenzbogen ermittelte Messwerte vorliegen, können diese auch nur mit eben solchen Werten der weiteren geräteunabhängigen Bilddatei verglichen werden.

10 Aus diesem Grund werden auch die Bilddaten der weiteren geräteunabhängigen Bilddatei in Pixelgruppen zusammengefasst und daraus Mittelwerte errechnet, welche so mit den Mittelwerten des vermessenen Referenzbogens verglichen werden können.

Vorteilhafter Weise ist außerdem vorgesehen, dass mittels der farbmétrischen Messung gewonnene Messwerte, welche von einem aus den umliegenden Messwerten gebildeten Mittelwert einen oberhalb einer festgelegten Grenze liegenden Farbabstand aufweisen, aussortiert werden. Auf diese Art und Weise werden Fehler bei der Mittelung durch sehr inhomogene Bildstellen vermieden, in dem für jede Pixelgruppe eine entsprechende statistische Analyse vorgenommen wird.

20 In einer weiteren Ausgestaltungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass bei Überschreitung der Toleranzen Korrekturwerte errechnet werden und aus diesen eine Abbildungsvorschrift zur Überführung der beiden geräteunabhängigen Bilddateien ineinander berechnet wird. Durch das Vergleichen der gemittelten Messwerte des Referenzbogens mit den gemittelten Werten der zum Referenzbogen gehörigen Bilddatei, jeweils im geräteunabhängigen Farbraum, ist es möglich, eine Abbildungsvorschrift zu erstellen, mit welcher die beiden geräteunabhängigen Bilddateien ineinander überführt werden können. Diese Abbildungsvorschrift kann somit auf sämtliche weiteren Bildpunkte (Pixel) der in einem geräteunabhängigen Farbraum umgewandelten Bilddaten aus der Druckvorstufe angewandt werden, um so sämtliche Pixel der angelieferten mittels des standardisierten Farbprofils umgerechneten geräteabhängigen Bilddaten korrigieren zu können.

16.01.2003

Es ist weiterhin vorgesehen, dass die Abbildungsvorschrift in das Farbprofil der Druckmaschine eingerechnet wird. Die durch den Vergleich der beiden geräteunabhängigen Bilddateien gewonnene Abbildungsvorschrift wird bei dieser Ausgestaltung der Erfindung in das standardisierte Farbprofil, z.B. das ICC-Profil, der Druckmaschine eingerechnet. Der Unterschied zur vorangehenden Ausführungsform liegt darin, dass hier die geräteabhängigen Daten aus der Druckvorstufe nicht verändert werden müssen.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand mehrerer Figuren näher beschrieben und erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1: ein Flussdiagramm für eine ICC-Profil Umrechnung,

Fig. 2: eine Tabelle mit Tonwerten eines in einer Farbseparation vorliegenden Druckes,

Fig. 3: eine Tabelle mit geräteunabhängigen Farbwerten unter Berücksichtigung des ICC-Profils einer Druckmaschine und

Fig. 4: die Tonwerte und Farbwerte der korrigierten Farbseparation eines Druckes.

Zum Drucken von Bilddaten auf einer Druckmaschine werden von einem Auftraggeber CMYK-Dateien zusammen mit einem Referenz-Bogen angeliefert, dem die zu druckenden Bögen nachher möglichst ähnlich sehen sollen. CMYK ist die Abkürzung für die englischsprachigen Bezeichnungen der Druckfarben Cyan, Magenta, Yellow und Key, wobei als Key meist die Farbe schwarz verwendet wird. Der Referenz-Bogen kann z.B. aus einer früheren Auflage stammen, oder er kann ein Proof-Druck (Test-Druck) sein, der mit einem völlig anderen Druckprozess simuliert wurde. Zu den CMYK-Bilddaten liegen normalerweise keine geräteunabhängigen Informationen vor, etwa Lab-Bilddaten, ICC-Profile oder Farbmesswerte von Originalen. Der Referenz-Bogen dagegen liegt nur gegenständlich vor, d.h. ohne irgendwelche geräteabhängigen oder geräteunabhängigen Bilddaten. Zu der Druckmaschine, mit welcher der Auftrag gedruckt werden soll gibt es ein ICC-Farbprofil, das den Druckprozess hinreichend genau charakterisiert.

16.01.2003

Beim Erzeugen der CMYK-Bilddaten und des Referenz-Bogens durch den Auftraggeber gibt es eine Reihe von Fehlerquellen, die ohne spätere Korrektur zu Farbfehlern führen. Beispiele dafür sind:

- Verwendung eines ICC-Profiles zum Separieren, das nicht zu der tatsächlich verwendeten Druckmaschine, dem Papier oder den Druckfarben passt
- Verwendung eines fehlerbehafteten Proof-Profiles für den Referenz-Bogen, trotzdem möchte der Auftraggeber, dass der Referenz-Bogen erreicht wird
- Instabiler Proof-Prozess
- Veränderungen am Referenz-Bogen durch Lichteinwirkung, Alterung etc.

10

Alle diese möglichen Fehler entziehen sich i.a. der Kontrolle durch den Drucker; ihre Auswirkungen sollen dennoch weitestgehend kompensiert werden. Der Farbaufbau der Bilddaten von Druckbildern kann sehr unterschiedlich sein, so kann etwa ein Teilbild mit sehr viel Schwarz und ein anderes ganz ohne Schwarz aufgebaut sein. Im allgemeinen sind deswegen für eine bestimmte visuell empfundene Farbe, die im standardisierten Lab-Farbraum eindeutig definierbar ist, mehrere Korrekturen notwendig, denn diese Farbe kann auf ganz verschiedene Weise in einem nichtstandardisierten CMYK-Farbraum dargestellt werden.

15

20

Die Gesamtheit der notwendigen Korrekturen lässt sich durch ein sogenanntes CMYK-Link-Profil beschreiben, das einen CMYK-Farbraum auf einen anderen CMYK-Farbraum bzw. auf sich selbst abbildet. Die Korrektur der nicht angepassten CMYK-Bilddaten erfolgt dann durch Anwendung des CMYK-Link-Profiles auf diese Bilddaten.

25

#### Ablauf des Verfahrens in Einzelschritten

30

Mögliche Verfahrensabläufe sind grundsätzlich Fig. 1 zu entnehmen. Die Verfahren starten immer damit, dass ein Referenzbogen im Ganzen oder nur ein Druckkontrollstreifen farbmetrisch vermessen wird. Außerdem sind die für den Druckprozess verwendeten Verfahrensschritte und Prozesskenngrößen wie Verbrauchsmaterialien bekannt. Im nächsten darunter liegenden Schritt in Figur 1 werden durch das ICC-Profil der Druckmaschine CMYK-Lab-Korrespondenzen errechnet. Wie dies im Einzelnen geschieht, ist weiter hinten ausführlich beschrieben. In einem dritten Schritt kommt es darauf an, ob spektrale



16.01.2003

Farbinformationen des Referenzbogens oder des Druckkontrollstreifens vorliegen. Falls ja werden die Daten mittels eines spektralen Umrechnungsmodells, z.B. der Kubelka-Munk-Theorie oder ähnlichen Modellen berücksichtigt. Falls nicht wird in Abhängigkeit der Anzahl der Vorgabewerte ein komplexes oder ein grobes Umrechnungsmodell für standardisierte CIE-Farbwerte bestimmt. In einem vierten Schritt wird das Umrechnungsmodell dann auf die alten CMYK-Lab-Korrespondenzen angewendet. Außerdem kann in einem fünften Schritt das ICC-Profil der Druckmaschine mittels des Umrechnungsmodells modifiziert werden. Wie ein solches Modell angewandt wird, ist nachfolgend ausführlich beschrieben.

10

Zunächst wird ein Referenzbogen mit einem automatischen Spektralfotometer als Messgerät an sehr vielen Stellen in einem regelmäßigen Raster farbmétrisch vermessen. Dieser Referenzbogen wird vom Kunden bereit gestellt, denn dieser Referenzbogen ist die Druckvorlage, welche im Druckprozess erreicht werden soll. Die Messblende des Messgerätes muss eine bestimmte Größe haben, um hinreichend viel Licht einzufangen. Dazu liegt die Messblende normalerweise deutlich über der verwendeten Rasterweite des Druckes. Die Messwerte ergeben sich immer aufgrund der additiven Mischung des reflektierten Lichtes von allen Punkten des gerade unter der Messblende liegenden Bogenausschnitts. Dadurch wird einerseits der Einfluss der Rasterung durch Mittelung ausgeglichen, andererseits können aber bei Bildstellen mit sehr feinen Details und hohem Kontrast Farben gemessen werden, die nicht zu einer Farbe in den CMYK-Bilddaten gehören, z.B. kann ein Muster aus abwechselnden schwarzen und weißen Linien zu einem Messwert wie bei einem homogenen Grau führen.

20

25

Aus den mit dem Referenzbogen mitgelieferten CMYK-Bilddaten werden mit dem standardisierten geräteunabhängigen ICC-Profil für die Druckmaschine in "absolut-farbmétrischer" Simulation ebenfalls geräteunabhängige Lab-Bilddaten im Lab-Farbraum erzeugt. Aus den CMYK-Bilddaten werden für die zum Referenzbogen gehörigen Bildausschnitte außerdem jeweils mittlere CMYK-Werte berechnet.

30

In Fig. 2 sind beispielhaft die CMYK-Werte für 4 Bildpunkte der mitgelieferten geräteabhängigen Bilddatei gezeigt. Die mittels des Spektralfotometers Image Control gemessenen den vier Bildpunkten entsprechenden Mittelwerte des Messfeldes auf dem

16.01.2003

zugehörigen Referenzbogen werden im Lab-Farbraum durch das Zahlentripel (66,5; 2,0; 4;1) beschrieben. Da im Druck der Referenzbogen erreicht werden soll, stellt dieses Zahlentripel den Sollwert da.

- 5 Fig. 3 sind die gemittelten Lab-Farbwerte (72,4; 3,5; 4,0) zu entnehmen, welche aus den gemittelten CMYK-Farbwerten (25; 25; 25; 0) gemäß Figur 2 unter Berücksichtigung des ICC-Farbprofils der Druckmaschine berechnet werden. Zu diesen korrespondieren die weiteren XYZ-Farbwerte, welche ebenfalls wie nachfolgend beschrieben in einem geräteunabhängigen Farbraum dargestellt sind. Die ganz links in der Tabelle in Fig. 3
- 10 gezeigten Normfarbwerte ergeben sich daraus, dass für eine eindeutige Umrechnung aus dem vierdimensionalen CMYK-Farbraum in den dreidimensionalen Lab- bzw. XYZ-Farbraum eine weitere Randbedingung erforderlich ist. In diesem Beispiel ist das die Bedingung, dass das Verhältnis zwischen K(schwarz) und den weiteren Druckfarben CMY bei Transformationen konstant sein soll. Für alle Messungen auf dem Referenzbogen
- 15 werden die Lab-Pixel der zugehörigen kleinen Bildausschnitte in den Lab-Bilddaten der umgerechneten CMYK-Daten analysiert. Um der additiven Mischung des Lichtes beim Referenzbogen zu entsprechen, müssen alle Pixel aus dem standardisierten Lab-Farbraum in einen weiteren standardisierten XYZ-Farbraum umgerechnet werden, wobei diese Umrechnung eindeutig ist, da beide Farbräume dreidimensional und geräteunabhängig
- 20 sind. Die aus den Pixels des XYZ-Farbraums berechneten Mittelwerte können wieder eindeutig in den Lab-Farbraum umgerechnet werden und gehören dann zu den jeweiligen Messwerten vom Referenzbogen.

- Um Fehler aufgrund einer Mittelung über sehr inhomogenen Bildstellen zu vermeiden,
- 25 wird für jeden Bildausschnitt eine statistische Analyse im Lab-Farbraum durchgeführt. Falls ein bestimmter Prozentsatz der Pixel, z.B. 20 %, einen größeren Farbabstand als einen festgelegten Toleranzabstand, z.B. 20 DeltaE, vom Mittelwert aufweist, wird die entsprechende Messung als nicht signifikant gekennzeichnet. Nachdem die inhomogenen Stellen aussortiert sind, wird der eventuell auftretende Unterschied zwischen dem im XYZ-
- 30 Farbraum berechneten Mittelwert der in den Lab-Farbraum transformierten CMYK-Pixel und dem Lab-Bildpunkt aus der Transformation der gemittelten CMYK-Pixel vernachlässigt, welches in anderen Worten ausgedrückt bedeutet, das die Wirkung der lokalen Krümmung der Abbildung bei der Mittelwert-Bildung vernachlässigt wird.

16.01.2003

Die Menge aller signifikanten Lab-Punkte aus den Messungen auf dem Referenzbogen ist zusammen mit der Menge der gemittelten CMYK-Punkte aus den Bilddaten Grundlage für die Ermittlung des CMYK-Link-Profiles, mit dem die abschließende Korrektur der CMYK-Bilddaten durchgeführt wird.

Im Folgenden wird detailliert beschrieben, wie für jeden einzelnen CMYK-Punkt aus der gegebenen Menge mit Hilfe des zugehörigen Lab-Messpunktes vom Referenzbogen und des ICC-Profiles der Druckmaschine ein neuer, korrigierter CMYK-Punkt ermittelt wird.

Der ursprüngliche CMYK-Punkt wird dabei mit  $CMYK_1$  und der korrigierte mit  $CMYK_2$  bezeichnet.

Wenn man einen Punkt  $CMYK_1$  mit dem ICC-Druckmaschinen-Profil "absolutfarbmetrisch" in den Lab-Farbraum umrechnet, ergibt sich aufgrund der oben beschriebenen Fehlerquellen i.a. ein anderer Punkt als der auf dem Referenzbogen gemessene Lab-Punkt. Um diesen Unterschied auszugleichen, ist eine Verschiebung des Punktes  $CMYK_1$  zu einem anderen Ort  $CMYK_2$  erforderlich. Um eine eindeutige Beziehung zwischen den beiden Seiten des Profils (CMYK und Lab) herstellen zu können, ist auf der vierdimensionalen Seite (CMYK) eine zusätzliche einschränkende Bedingung erforderlich. Bei dem hier beschriebenen Verfahren wird festgelegt, dass das Verhältnis  $K / (C + M + Y)$  bei  $CMYK_1$  und  $CMYK_2$  gleich sein soll. Dies bedeutet, dass der Schwarzaufbau nach der Korrektur nicht wesentlich verändert ist. Wenn also in der Umgebung von  $CMYK_1$  (25; 25; 25; 0) der Punkt  $CMYK_2$  gesucht wird, braucht dazu nur eine dreidimensionale Punktmenge betrachtet zu werden. Indem man die Werte C, M und Y variiert und K entsprechend dem vorgegebenen Verhältnis festlegt, kann man um den Punkt  $CMYK_1$  herum eine dreidimensionale "Wolke" von Punkten erzeugen. Dabei müssen die Werte C, M, Y, K auf den Bereich 0 ... 100 % beschränkt werden. Diese Punktwolke wird mit dem ICC-Profil der Druckmaschine in den Lab-Farbraum transformiert und es wird derjenige Punkt ausgewählt, der von dem angestrebten Punkt (Messung auf Referenzbogen) den kleinsten Farbabstand hat. Je nach Ausdehnung der Punktwolke bzw. der Anzahl ihrer Punkte kann es sinnvoll sein, dieses Vorgehen mehrfach zu wiederholen. Der insgesamt nächste Punkt stellt dann den Punkt  $CMYK_2$  dar. Ein solcher nächster Punkt (64,5; 4,3; 4,4) im Lab-Farbraum ist Fig. 4 zu entnehmen, denn

16.01.2003

- dieser liegt von allen Punkten der Punktwolke am nächsten am Sollwert (66,5; 2,0; 4,1). Unter Berücksichtigung des ICC-Profiles führt das zu korrigierten gemittelten CMYK-Werten (35; 35; 35; 0). Damit werden nun alle vier CMYK-Werte des zugehörigen Messfeldes entsprechend mittels Addition des Ergebnisses aus der Differenzbildung von
- 5 CMYK<sub>2</sub> - CMYK<sub>1</sub> korrigiert. Für eine geringe Anzahl von Bildpunkten wie in diesem Beispiel ist damit die Korrektur abgeschlossen.

- In manchen Fällen liegt CMYK<sub>1</sub> bereits auf der Grenze des Farbkörpers, z.B. der Punkt (50, 50, 0, 0). Wenn die angestrebte Lab-Farbe in dem Farbkörper des Druckprozesses
- 10 nicht enthalten ist, z.B. weil sie noch bunter ist als die zu CMYK<sub>1</sub> gehörende, liefert das Verfahren einen Punkt CMYK<sub>2</sub>, der ebenfalls auf der Grenze und möglicherweise etwas näher am Ziel liegt als der ursprüngliche Punkt. Es ist aber nicht in allen Fällen eine vollständige Korrektur der Farbabweichungen garantiert.

- 15 Wenn für alle Punkte CMYK<sub>1</sub> ein korrespondierender Punkt CMYK<sub>2</sub> gefunden ist, muss aus dieser Menge von Punkte-Paaren noch das CMYK-Link-Profil erzeugt werden, da es sich in der Praxis nicht nur um vier Bildpunkte handelt, sondern um Tausende oder Millionen.

- 20 Wesentlicher Bestandteil eines CMYK-Link-Profiles ist eine Tabelle, in der für regelmäßig abgestufte Kombinationen von C<sub>1</sub>, M<sub>1</sub>, Y<sub>1</sub> und K<sub>1</sub> zwischen 0 und 100 % jeweils die Ergebnis-Werte C<sub>2</sub>, M<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub> und K<sub>2</sub> abgelegt sind. Die Werte für Punkte zwischen den Stützpunkten dieses 4-dimensionalen Gitters ergeben sich durch Interpolation aus den Werten der benachbarten Stützpunkte. Aus der bisherigen Menge von CMYK-
- 25 Punktepaaren ist also eine dazu passende Menge zu bestimmen, bei der die Punkte CMYK<sub>1</sub> die Gitterpunkte des CMYK-Link-Profiles sind.

- Es wird nun beschrieben, wie für jeden der CMYK-Gitterpunkte ein verschobener Ergebnis-Punkt berechnet werden kann. Im Allgemeinen wird man in der Menge der
- 30 vorher ermittelten Punkte-Paare keinen Punkt mit den gewünschten Eingangs-CMYK-Werten finden. Deshalb sollen alle Punkte-Paare entsprechend ihrem Abstand zum Ergebnis beitragen, d.h. die weit entfernten mit geringem Einfluss und die nahe gelegenen

16.01.2003

mit großem Einfluss. Als Abstandsmaß im 4-dimensionalen CMYK-Farbraum wird dabei der euklidische Abstand

$$d = \text{sqrt} \left( (C_1 - C_2)^2 + (M_1 - M_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 + (K_1 - K_2)^2 \right)$$

5

benutzt, wobei sqrt die Quadratwurzel bedeutet. Damit nahe beim aktuellen Gitter-Punkt liegende Punkte großen Einfluss haben und fern liegende kleinen Einfluss, definiert man ein Gewicht  $g = 1 / d^2$  bezogen auf den ersten Punkt jedes Punkte-Paares. Für die aktuell zu bestimmende Verschiebung werden alle Gewichte jeweils noch durch die Summe aller

10

Gewichte dividiert, um eine Normierung zu erreichen. Die Verschiebung am aktuellen Gitter-Punkt ergibt sich dann, indem man die Verschiebungen aller vorher ermittelten Punkte-Paare in CMYK mit ihren normierten Gewichts-Faktoren multipliziert und diese Werte alle aufsummiert. Diese Verschiebung wird zu den aktuellen CMYK-Werten addiert und die Werte werden auf den Bereich zwischen 0 und 100 % begrenzt. In dem speziellen

15 Fall, wo irgendwo  $d = 0$  ist, kann kein Gewicht bestimmt werden und die Verschiebung soll allein durch dieses Punkte-Paar bestimmt sein.

20

Diese Vorgehensweise ist selbst in dem hypothetischer Fall anwendbar, wo in dem ganzen Bogen nur eine einzige Farbe vorkommt. In der Regel haben viele Verschiebungen Einfluss auf die Verschiebung an einem Gitterpunkt des Link-Profiles. Widerstrebende Einflüsse aufgrund nahe beieinander liegender Verschiebungen in ganz unterschiedlichen Richtungen wirken sich bereits in geringer Entfernung kaum noch aus.

16.01.2003

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Korrektur von digitalisierten Bilddaten in der Druckvorstufe bei Einsatz  
5 von Druckmaschinen mit einem geräteunabhängigen Farbprofil in der Druckhauptstufe  
mit folgenden Verfahrensschritten:
  - Farbmetrische Vermessung eines Referenzbogens und Erzeugung einer Bilddatei in  
einem geräteunabhängigen Farbraum,
  - Umrechnung einer zu dem Referenzbogen gehörenden Bilddatei in einem  
10 geräteabhängigen Farbraum mittels des zu der ausführenden Druckmaschine  
gehörenden geräteunabhängigen Farbprofils in eine weitere Bilddatei in einem  
geräteunabhängigen Farbraum,
  - Vergleich der beiden geräteunabhängigen Bilddateien,
  - Bei Überschreitung von Toleranzgrenzen Vornahme von Änderungen an der dem  
15 Referenzbogen zugehörigen geräteabhängigen Bilddatei oder Änderung des  
Druckprozesses in der ausgewählten Druckmaschine.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,**  
20 dass zur Änderung der Druckprozesse in der ausgewählten Druckmaschine benutzte  
Verbrauchsmaterialien, insbesondere Farbe oder Papier, verändert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,**  
25 dass es sich bei dem geräteunabhängigen Farbprofil der Druckmaschine um ein ICC-  
Profil handelt.

16.01.2003

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Referenzbogen mit einem automatischen Spektralfotometer an mehreren  
Stellen in einem regelmäßigen Raster farbmétrisch vermessen wird.
- 5
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die geräteunabhängige Bilddatei im Format einer Lab-Bilddatei vorliegt.
- 10
6. Verfahren nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass bei der farbmétrischen Vermessung mehrere Rasterpunkte des Referenzbogens  
zu einem Messwert zusammen gefasst und diese mit ebenso zusammengefassten  
Werten der weiteren geräteunabhängigen Bilddatei verglichen werden.
- 15
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass mittels der farbmétrischen Vermessung gewonnene Messwerte, welche von  
einem aus den umliegenden Messwerten gebildeten Mittelwert einen oberhalb einer  
festgelegten Grenze liegenden Farbabstand aufweisen, aussortiert werden.
- 20
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass bei Überschreitung der Toleranzen Korrekturwerte errechnet werden und aus  
diesen eine Abbildungsvorschrift zur Überführung der beiden geräteunabhängigen  
Bilddateien ineinander berechnet wird.
- 25
9. Verfahren nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Abbildungsvorschrift in das Farbprofil der Druckmaschine eingerechnet  
wird.
- 30
10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

16.01.2003

**Zusammenfassung**

Verfahren zur Korrektur von digitalisierten Bilddaten in der Druckvorstufe bei Einsatz von Druckmaschinen mit einem geräteunabhängigen Farbprofil in der Druckhauptstufe mit  
5 folgenden Verfahrensschritten:

- Farbmétrische Vermessung eines Referenzbogens und Erzeugung einer Bilddatei in einem geräteunabhängigen Farbraum,
- Umrechnung einer zu dem Referenzbogen gehörenden Bilddatei in einem geräteabhängigen Farbraum mittels des zu der ausführenden Druckmaschine gehörenden geräteunabhängigen Farbprofils in eine weitere Bilddatei in einem  
10 geräteunabhängigen Farbraum,
- Vergleich der beiden geräteunabhängigen Bilddateien,

Bei Überschreitung von Toleranzgrenzen Vornahme von Änderungen an der dem Referenzbogen zugehörigen geräteabhängigen Bilddatei oder Änderung des

15 Druckprozesses in der ausgewählten Druckmaschine.

Fig. 1



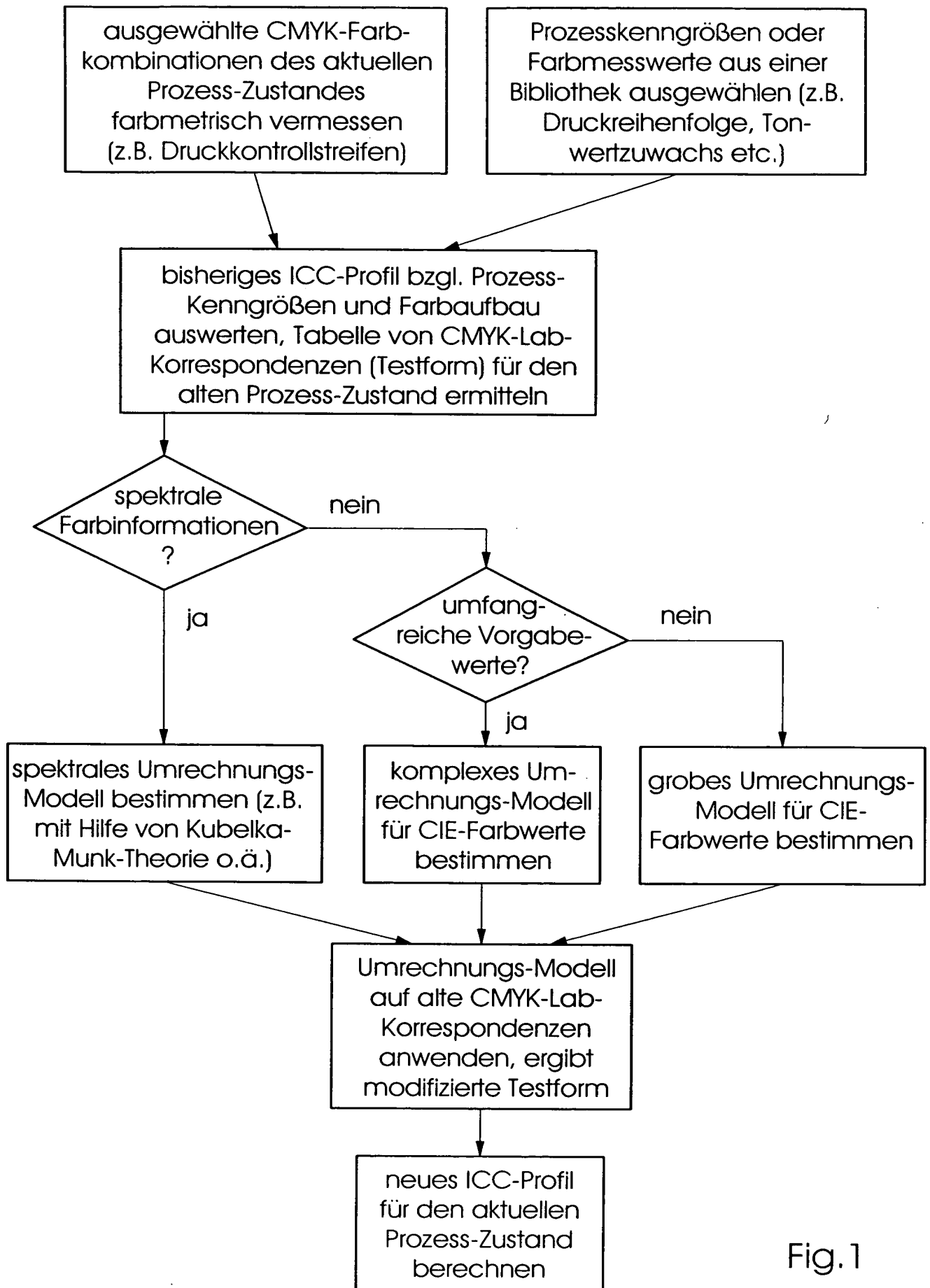


Fig.1

24.11.03

Bildpunkt	Tonwert			
	C	M	Y	K
1	10	10	10	0
2	20	20	20	0
3	30	30	30	0
4	40	40	40	0

Fig.2

Bildpunkt	Normfarbwert			Tonwert				Lab-Wert			Farbwert		
	X	Y	Z	C	M	Y	K	L*	a*	b*	X*	Y*	Z*
1	62,7	64,0	49,8	10	10	10	0	84,0	2,2	3,4	0,87	0,86	0,84
2	47,7	48,2	36,8	20	20	20	0	75,0	3,4	4,0	0,79	0,78	0,76
3	36,9	36,9	27,8	30	30	30	0	67,2	4,4	4,4	0,73	0,72	0,70
4	28,0	27,7	20,4	40	40	40	0	59,6	5,1	4,8	0,66	0,65	0,63
Mittel	43,8	44,2	33,7	25	25	25	0,0	72,4	3,5	4,0	0,77	0,76	0,74

Fig.3

Pixel	Normfarbwert			Tonwert				Lab-Wert			Farbwert		
	X	Y	Z	C	M	Y	K	L*	a*	b*	X*	Y*	Z*
1	47,7	48,2	36,8	20	20	20	0	75,0	3,4	4,0	0,79	0,78	0,76
2	36,9	36,9	27,8	30	30	30	0	67,2	4,4	4,4	0,73	0,72	0,70
3	28,0	27,7	20,4	40	40	40	0	59,6	5,1	4,8	0,66	0,65	0,63
4	21,4	21,0	15,2	50	50	50	0	52,9	5,3	5,0	0,60	0,59	0,57
Mittel	33,5	33,5	25,1	35,0	35,0	35,0	0,0	64,5	4,3	4,4	0,70	0,69	0,67

Fig.4